اثر مواد آلی خاک و تیمارهای متفاوت EC و SAR بر پایداری خاکدانه‌ها

فؤاد تاجیک

واژه‌های کلیدی : هدایت الکتریکی (EC)، نسبت جذب سدیم (SAR)، مواد آلی، ساختمان خاک، پایداری خاکدانه‌ها در آب (WAS) ، مقدار پراکنش رس (DC).

نقش مواد الی در پایدار کردن ساختمان خاک، گرچه به طور کلی پذیرفته شده، اما هنوز اثر کمی آن کاملاً شناخته نشده است. مکانیسم پایدارسازی با مواد الی نه تنها به مقدار و طبیعت شیمیایی مواد آلی بستگی دارد، بلکه بیش از آن به آرایش و نحوهٔ پیوندهای آن با اجزاء معدنی خاک وابسته است. در برخی از مطالعات بر کاهش مقدار خرد شدن و پراکنش خاکدانه‌های خشک در اثر پیوندهای آلی تاکید شده است، اما در صورت اعمال تنش (مانند خاک ورزی در حالت خیس) مواد آلی به ذرهٔ رس چسبیده و نیروهای دافعهٔ میان ذرات را افزایش داده و حالت کلوییدی در خاک را تشدید می‌کند.

هدف این پژوهش، بررسی اثر EC و SAR بر ویژگیهای فیزیکی خاک‌های با مدیریت کشت مختلف (که بالتبع میزان مواد آلی آنها متفاوت می‌باشد) بوده است. برای دستیابی به این هدف، از تحقیقات آزمایشگاهی استفاده شده است که طی آن، نمونه‌های خاک، از یک منطقه با شرایط تقریباً یکسان (اقلیم، نوع و مقدار رس، وضعیت خاکدانه‌ها) که تنها تفاوتشان مقدار موال آلی آنهاست، برداشت شده و در آزمایشگاه، تحت تیمارهای متفاوت EC و SAR قرار گرفته‌اند. پس از تهیهٔ تیمارها، برای ارزیابی ویژگیهای فیزیکی، پایداری خاکدانه‌ها[1] و مقدار پراکنش رس[2]، اندازه‌گیری شده است.

منطقهٔ انتخاب شده برای نمونه‌برداری در حد فاصل شهرهای ساری و نکا و در حدود ۲۰ کیلومتری ساحل دریای مازندران واقع شده است. پیش از سال ۱۳۴۵ اراضی منطقه پوشیده از جنگل طبیعی بوده و پس از آن عمدتا جنگل تراشی شده و تحت کشت قرار گرفته است. در هر محل نمونه‌برداری، از حداقل ده نقطهٔ مختلف، در عمق صفر تا ۱۰ و ۱۰ تا ۲۰ سانتی‌متر (صفر تا ۵ و ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر در مورد خاک P) نمونه‌برداری شد. سپس نمونه‌های خاک به آزمایشگاه مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی منتقل و در هوا خشک گردیدند و خاکدانه‌های به اندازهٔ ۴-۲ میلیمتر از آن جدا شد تا برای تهیهٔ تیمارها مورد استفاده قرار گیرد و ذرات کوچکتر از ۲ میلی‌متر نیز برای انجام آزمایش‌های شیمیایی و فیزیکی مورد استفاده قرار گرفت. زمان نمونه‌برداری در تیرماه ۱۳۷۵،پس از برداشت محصول و پیش از شخم، بوده است.

---

[1] Aggregate Stability

[2] Dispersed or Dispersible Clay

ویژگی‌های تعیین شدهٔ خاک در ذرات کوچکتر از دو میلی متر عبارتند از : pH ، EC و SAR در عصارهٔ اشباع خاک؛ درصد آهک، رس، سیلیت و ماسه؛ حد روانی، خمیری و شاخص خمیرایی؛ نوع رس با استفاده از روش تفرق اشعه ایکس؛ درصد کربن آلی به روش واکلی - بلاک.

با توجه به هدف پژوهش که تهیهٔ نمونه‌هایی با EC و SAR مشخص در شرایط آزمایشگاهی بوده است، نمونه‌های خاکدانه به قطر ۴-۲ میلیمتر، با محلول‌های دارای EC و SAR معین، در آزمایشگاه تیمار گردیدند. بدین منظور، محلول‌هایی با EC و SAR مشخص (EC در دو سطح ۰/۵ و ۴ دسی زیمنس بر متر و SAR در سه سطح صفر، ۵ و ۱۵) بر اساس محاسبات انجام شده، تهیه گردیدند. برای ساختن محلول‌ها، نمک‌های خالص کلرید سدیم، کلرید کلسیم و کلرید منیزیم، به کار رفت. برای جلوگیری از خرد شدن نمونه‌ها در حین تهیهٔ تیمارها، از قیف‌های معروف به قیف هینز[1] استفاده شد که با آن میتوان خاکدانه‌ها را در مکش معین مرطوب نمود. تهیه هر تیمار شامل پنج سیکل خشک و تر شدن ۴۸ ساعته بوده است که در هر سیکل، نمونه از قرار گرفتن روی صفحهٔ مکش قیف، بمدت ۷ ساعت با محلول مربوطه در حالت غرقاب و سپس بمدت ۱۷ ساعت در مکش ۳۰ سانتی متر (معادل ۳ کیلوپاسکال) قرار داده شد. پس از ۲۴ ساعت، نمونه‌ها زهکش شده و تا ۲۴ ساعت بعد در حالت زهکشی باقی ماندند. پس از انجام پنج سیکل خشک و تر شدن، برای حصول اطمینان از رسیدن خاکدانه‌ها به EC و SAR مورد نظر،مقدار EC و محلول تعادلی هر قیف، تعیین گردید. پس از پایان سیکل پنجم هر تیمار، نمونه‌ها بمدت یک هفته در هوا خشک و برای انجام آزمایش‌های مربوطه نگهداری شدند.

پایداری خاکدانه‌ها با استفاده از روش پیشنهادی پوجاسوک و کی[2]، تعیین شده است. این روش بر مبنای اندازه گیری توام پایداری خاکدانه‌های تر (WAS) و مقدار پراکنش رس (DC) قرار دارد و طی آن، ۲۰ گرم از خاکدانه‌های ۴-۲ میلی‌متر تیمار شده که در کوره ۱۱۰ درجه سانتی‌گردا بمدت ۲۴ ساعت خشک شده‌اند، به یک لولهٔ ۱۰۰ میلی‌لیتر منتقل شده و ۴۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه می‌شود. پس از آن لولهٔ حاوی نمونه روی یک دستگاه تکان دهنده[3] قرار گرفته و بمدت ده دقیقه در ۱۰۰ دور در دقیقه، تکان داده می‌شود. سپس محتویات لوله، روی الک ۰/۲۵ میلی‌متر تخلیه و در دو نوبت با ۴۰ میلی‌لیتر آب مقطر شسته می‌شود. خاکدانه‌های باقی مانده روی الک به کوره منتقل شده و در ۱۱۰ درجهٔ سانتی‌گراد، بمدت ۲۴ ساعت خشک می‌شود. تعلیق زیر الک نیز به ظرف دیگری منتقل و پس از سه ساعت، نمونه‌ای از محلول رویی آن برای اندازه‌گیری مقدار پراکنش رس برداشت می‌گردد. مقدار پایداری خاکدانه‌های ترکه با WAS نشان داده می‌شود، از رابطهٔ زیر بدست میآید.

---

[1] Sintered glass funneles

[2] Pojasok and Kay (1990)

[3] Shaker

$$\%WAS = \frac{\text{وزن خشک خاکدانه‌های مانده روی الک ۰/۲۵ میلیمتر}}{\text{وزن کل نمونه خشک شده در کوره}} \times ۱۰۰$$

در این رابطه، مقدار ماسه (ذرات بزرگتر از ۰/۲۵ میلیمتر) موجـود در نمونـه، در نظـر گرفتـه نشـده است.

برای بدست آوردن مقدار DC ، مقادیر جذب نمونه‌های برداشت شده از تعلیق هر نمونه با دسـتگاه اسپکتروفتومتر و در طول موجب ۶۲۰ نانومتر اندازه‌گیری می‌شـود. پیـش از اندازه‌گیری، اسپکتروفتومتر برای مقدار جذب صفر، با آب مقطر و اسفنجی می‌شود. این مقادیر با توجـه بـه منحنی‌هـای سـنجه هـر خاک بر حسب گرم رس دیسپرس شده در ۱۰۰ گرم از کل خاک بیان می‌گردد. برای تهیـه منحنی‌هـای سنجه هر خاک، نمونه‌ای به وزن ۲۰ گرم از خاکدانه‌ها، بشـدت در ۱۰۰ میلی‌لیـتر آب مقطـر تکـان داده شده و پس از سه ساعت، ۵ میلی‌لیتر از محلول رویی برداشت می‌شود. این نمونه در کوره خشک شـده و مقدار رس آن بر حسب میلی‌گرم در میلی‌لیتر آب بدست می‌آید. همزمان، نمونهٔ دیگری از همیـن تعلیـق برداشت شده و به طور متوالی رقیق می‌شود. مقدار جذب در محلول‌های رقیق‌شده، با توجه بـه میلی‌گـرم رس در میلی‌لیتر آب برای نمونهٔ اولیه، و نسبت رقت، غلظت رس را بر حسب گرم رس دیسپرس شده در ۱۰۰ گرم خاک نشان می‌دهد. منحنی‌های سنجه از روی دامنه‌ای از غلظت‌ها و قرائـت مربوطـه، ترسـیم می‌شود.

ترتیب مقدار کربن آلی خاک‌ها چنین بوده است:

P.1 > P.2 > F.1 > F.2 > E.1 > W.1 > W.2 > E.2

تقریباً در همهٔ موارد، ترتیب بزرگی WAS در هر تیمار، تابع مستقیم مقدار کربن آلـی خاک‌هاسـت. در هر خاک، به طور کلی مقدار WAS به تیمار مورد نظر بستگی دارد و تقریباً متناسب با افزایش SAR ، کاهش می‌یابد و در SAR مشابه، مقدار WAS در تیمار با EC بالاتر، بزرگتر است.

تقریباً در همهٔ موارد و در هر تیمار، متناسب با افزایش مقدار کربن آلـی، مقـدار DC کـاهش یافتـه است. در هر خاک مشخص، مقدار DC به تیمار اعمال شـده بستگی دارد و تقریبـاً متناسـب بـا افزایـش SAR، افزایش می‌یابد و در SAR مشابه، مقدار DC در تیمار با EC بالاتر، کوچکتر است.

آنـالیز واریـانس داده‌هـا، طـی آزمـایش فـاکتوریل (بـا فاکتورهـای خـاک در چهـار سـطح، عمـق نمونه‌برداری در دو سطح، EC در دو سطح و SAR در سه سطح) و در یک طرح کـاملاً تصـادفی انجـام شده و آزمون معنی‌دار بودن تفاوت میانگین‌ها به روش دانکن و در سـطح احتمـال یـک درصـد، صـورت گرفته است.

آزمون دانکن برای متغیر WAS نشان داده است که برای فاکتور خاک (در چهار سطح) تفاوت‌ها در سطح یک درصد معنی‌دار بوده و ترتیب بزرگی میانگین‌ها چنین است: E<W<F<P بـرای فـاکتور SAR

(در سه سطح) نیز تفاوت در سطح یک درصد معنی‌دار بوده و ترتیب بزرگی میانگین‌ها چنین است:
SAR = 15<SAR=5<SAR=0

آزمون دانکن برای متغیر DC روند معکوسی را نشان داده است.

مقدار و نوع مواد آلی (در مراحل مختلف تجزیه)، از جمله عوامل مهم پایدار کنندهٔ ساختمان خاک محسوب می‌گردند. اثر دوگانهٔ مواد آلی در افزایش پراکنش رس (به واسطهٔ افزایش نیروهای دافعهٔ میان ذرات، افزایش بار منفی خالص رس و تشدید حالت کلوییدی ذرات) و پایدارسازی خاکدانه‌ها (طی مکانیسم‌های تشکیل پیوند با کاتیونهای سطح ذرات و افزایش مقاومت فیزیکی خاکدانه‌ها در برابر پراکنش) و پیچیدگی سیستم خاک، توضیح مکانیسم‌های دخیل در پایدار کردن ساختمان خاک را دشوار می‌سازد. نوع کشت و مدیریت اراضی نیز به واسطهٔ تأثیر بر مقدار و نوع مواد آلی، بر پایداری ساختمان خاک تاثیر می‌گذارند که این تاثیر عمدتاً از طریق اثر فیزیکی و شیمیایی ریشه‌های گیاهی اعمال می‌گردد. مواد آلی همچنین می‌توانند اثر منفی شرایط سدیمی را تعدیل نمایند. در شرایط سدیمی، خاکدانه‌ها در معرض پراکنش بوده و از پایداری آنها کاسته می‌شود. میزان کاهش پایداری در اثر وجود سدیم، همچین متأثر از مقدار کاتیونهای موجود در محلول خاک (کلسیم، منیزیم، آهن، آلومینیوم و ....) بوده و با افزایش غلظت املاح، اثر منفی شرایط سدیمی تعدیل می‌گردد. مقدار رطوبت و دوره‌های متناوب خشک و تر شدن نیز از عوامل موثر بر ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی خاک محسوب می‌شود اما تعیین اثر کمی آن به شرایط آزمایشگاهی بستگی دارد.

تفاوت میان خاک‌ها با توجه به مقدار مواد آلی و نوع مدیریت آنها مورد انتظار بوده اما نکتهٔ جالب توجه آن است که نمونه‌های F و E که هر دو با مدیریت مشابه، تحت کشت دیم علوفه بوده و در یک محل نیز قرار گرفته‌اند، تفاوت معنی‌داری در مقادیر WAS و DC دارند. چنین وضعیتی را علاوه بر تفاوت در مقدار رس، آهک و کربن آلی خاکها (خاک E کربن آلی و رس کمتر و آهک بیشتر دارد) می‌توان به تفاوت در سیستم ریشه‌ای دو علوفهٔ مورد نظر نسبت داد. علوفهٔ فسکیو (در خاک F) دارای ریشه‌های عمیق و انبوه‌تر از علوفهٔ آگروپایرون (در خاک E) و لذا پایداری بیشتر و میزان پراکنش رس کمتری دارد.